

バスの団子運転現象の分析モデルの構築に関する研究

Hanyang University Fellow Kim, Tae-Ho
 Hanyang University Fellow Won, Je-Mu
 Daejin University Fellow Obae, Gi-Mok

1. 序論

バス停留所での待ち時間の減少は、バスのサービス向上のための重要な検討項目である。停留所での待ち時間は、基本的にバスの定時性と関係のあることで、それは道路交通の混雑状況や停留所における乗客オペレーション時間に影響されるものである。

なお、これらは停留所でのバス到着に乱れを生じさせる場合があり、その一般的な現象が「団子運転（Bus Pair-Patterns）」であると言える。団子運転は、道路の混雑状況に影響されるものであるが、道路事情は避けられないものとするれば、団子運転に影響を及ぼす他の要因を効果的に探り、それに対応できる適切な措置を取ることが必要であろう。

本研究では、バスの信頼性に影響を及ぼす要因を分析し、それによって発生するバスの団子運転現象（以下、バスペアと言う）を分析できるモデルを構築することにする。それを用いて実際のバス路線を対象に実証的に検証し、バスペアを防ぐことができる政策的指針を提供することにする。

2. 研究の方法

まず、バスペアに関する既存の理論で導かれた分析方法を探ることによって、本研究への適用可能性の可否を検討した結果、バス交通を巡る環境の変化を反映し、次のような観点を取り入れることにした。

一つ、既存の研究では、料金徴収方法の多様化（カード、紙幣、小銭、定期券など）と、土地利用形態別（住居、業務、学校周辺など）の乗降人員の不均衡などに関する要素を反映することが難しいので、ここでは、料金支払いの方法による乗降様相の違いを分析すると共に、土地利用状況による乗降人員の違いも分析に取り入れることにした。

二つ、停留所間の運行時間に影響を及ぼす変数の選定は、既存のモデルで用いられた変数と、専門家対象のアンケートを通じて得られた変数を追加し、これらの変数たちをバス停留所間の運行時間予測モデルの構築に反映することにした。

三つ、一般のバス運行時間に関連するモデルでは、全体路線を対象とした運行時間算定モデル、運行キロ毎の運行時間算定モデルなどのマクロなモデルが多いので、ここでは、バス停留所間の運行状況を基にしたミクロなモデルを構築することにした。

これらの過程を通じて、バス運行時間の構成要素別の算定モデル（停車時間算定モデル、停留所間の運行時間算定モデル）を構築して、実際の運行時間を算定した後、停留所間の実際のダイヤとの差を用いて最初のバスペアが発生する停留所を予測することにした。

3. モデルの構築

3-1 運行時間の影響変数の選定

変数選定の過程は図-1のようである。

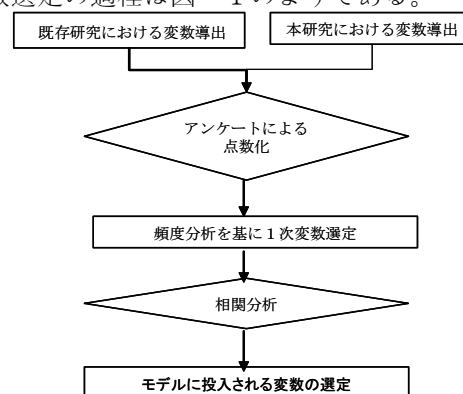


図-1 変数選定の流れ

頻度分析の結果を基に選定された変数は交通密度、交通量、バス専用レーン、車線数、停留所間の距離、交差点での遅れ、速度、信号の数、土地利用状況等であった。これらの変数を用いて相関分析を行った結果、停留所間に運行時間に最も大きい影響を及ぼす変数は、交通密度(0.839)、専用レーン(0.637)、信号の数(0.600)、停留所間の距離(0.360)であった。

3-2 最適モデルの構築

モデル構築の流れは図-2のようである。

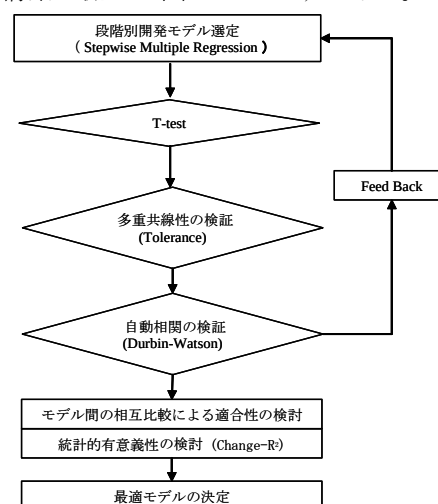


図-2 最適モデルの構築の流れ

（１）停車時間算定モデル

停車時間算定モデルは、各停留所別のバスの乗降人員、Dead Timeとの関係から成り立つことであるが、ここでは、乗車時間および降車時間算定のサブモデルで構成される。

乗車時間は、料金支払いの形態によって大きく影響されることが分かり、バスカードによる自動支払いの方法と、現金（小銭、紙幣）による非自動支払いの方法に分けて分析を行った。

降車時間に影響を及ぼす変数は降車人員のみを考慮した。

（２）停留所間の運行時間算定モデル

これに影響を与える変数は、前述のように、交通密度、交通量、信号の数、専用レーンの有無などであり、これらの変数と停留所間の運行時間との関係を用いてモデルを構築した。

以上によるモデルの構築結果を表－１と表－２に示す。

表－１ 停車時間算定モデル

区分	変数	係数	R^2	Change- R^2	t-Value	Durbin Watson	Tolerance
降車モデル	降車人員	1.423	0.932	0.932	-2.175	1.943	-
	常数	1.325			27.894		
乗車モデル	バスカード	1.264	0.913	0.908	7.849	1.910	1.259
	小銭	1.771			4.164		1.552
	紙幣	2.417			8.532		1.847
	常数	2.755			3.376		-

表-2 運行時間算定モデル

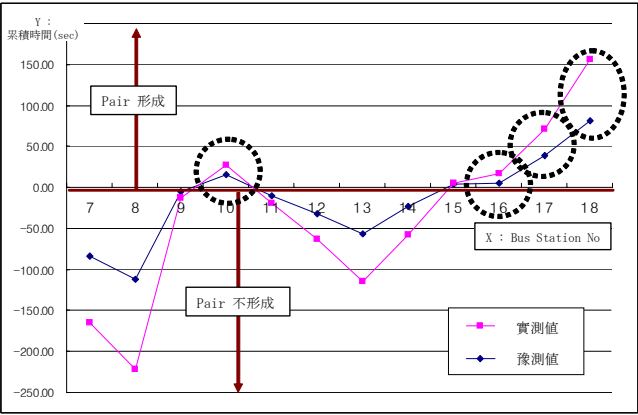
変数	係数	R^2	Change- R^2	t-Value	Durbin Watson	Tolerance
交通量	0.1748	0.671	0.649	3.047	2.053	0.736
信号の数	7.381			3.785		0.879
専用レーン	-29.238			2.841		0.819
常数	41.222			-5.411		-

4. モデルの適用性の評価

ソウル市の19番路線を対象にしてモデルの適用性を評価した。この路線は一部の区間に専用レーンが設けられていて、道路混雑状況の違いによるバスペア現象への影響をモデルの中に効果的に取り入れることで適切であった。適用の結果を図－３に示す。

これを見ると10番の停留所で最初のバスペアの現象が見られたが、11番から14番の間（専用レーン区間）では正常運行状況であることが分かる。15番以降からは、また道路混雑の影響を受けて、バスペアの現象が見られる。

一般的に実測値と予測値の差はある程度見られるが、バスペアの発生する停留所の予測には効果的であることが分かる。



図－３ モデルの適用性の評価

5. 結論

本研究では、バスペア現象に対して、その発生メカニズムを明らかにするためのモデルを構築し、分析を行った。

その結果、一つ、バス停車時間に影響を及ぼす変数としては、外国の場合、乗車人員であったが、韓国の場合、料金支払いの形態別に区分した乗車人員と降車人員が影響を及ぼすことが判った。

二つ、バス停留所間の運行時間に、最も影響を及ぼす要素は、交通量、信号の数、専用レーンの有無などであった。

三つ、実際のバス路線に適用した結果、バス運転者の運転挙動に変化がないことを前提に、最初にバスペア現象が発生する停留所を予測することができた。

これらの結果から、本研究で構築されたモデルを通じて、運行状況に伴うバスの運行ダイヤの調整や、バスペアが多く発生する停留所に対して、運行制御技法を立てる基礎的な指針が得られると判断される。

参考文献

1. ソウル市、幹線道路総合改善基本および実施設計最終報告書、2000
2. ソウル市、行政サービスの市民満足度調査 市内バス部門、2000.
3. R.A Chapman and J.F.Michel, Modeling Tendency of Buses to Form Pairs, Transportation Science, 1978.
4. Chapman R. A, Gault H.E. and Jenkins I. A, Factor affecting the Operation of Urban bus Routes, Transport Operation Research, Univ. Newcastle, 1976.
5. P. I. Welding, "The Instability of a Close-Interval Service", Opnl. Res. Quart. 8, p133～142, 1957.